

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI
KECERDASAN-BUATAN ROBOT PENCARI JALUR
BERBASIS MIKROKONTROLER BASIC STAMP**

TESIS

Oleh

GEDE INDRAWAN
0606003410



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCA SARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI
KECERDASAN-BUATAN ROBOT PENCARI JALUR
BERBASIS MIKROKONTROLER BASIC STAMP**

TESIS

Oleh

GEDE INDRAWAN

0606003410



**TESIS INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI MAGISTER TEKNIK**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM PASCA SARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
GANJIL 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul :

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI KECERDASAN-BUATAN ROBOT PENCARI JALUR BERBASIS MIKROKONTROLER BASIC STAMP

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Aplikasi Mikroprosesor Program Studi Teknik Elektro Program Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, Januari 2008

Gede Indrawan

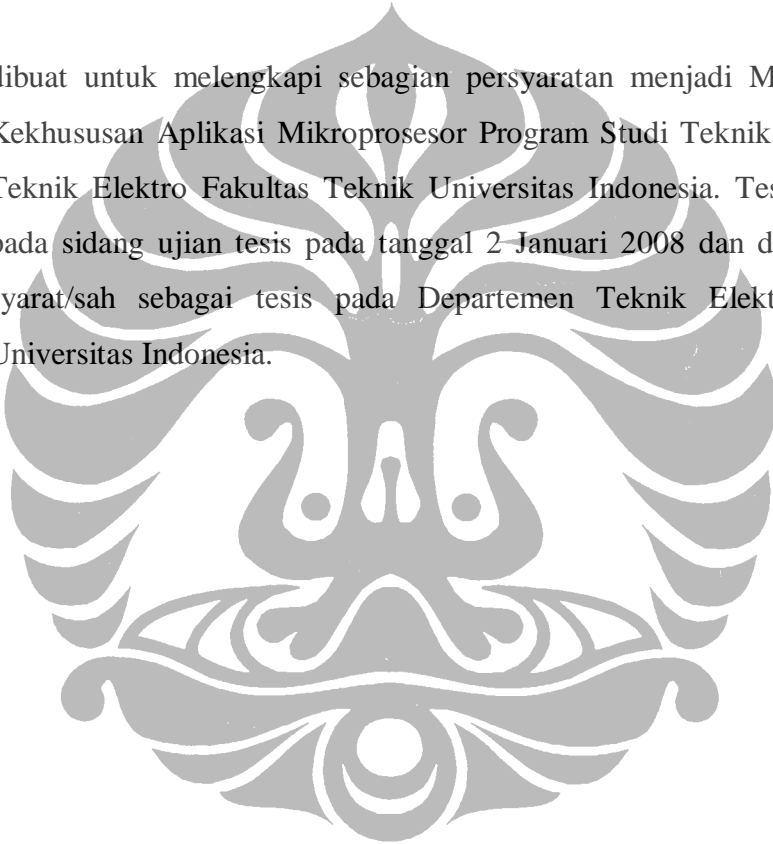
0606003410

PENGESAHAN

Tesis dengan judul

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI KECERDASAN-BUATAN ROBOT PENCARI JALUR BERBASIS MIKROKONTROLER BASIC STAMP

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Kekhususan Aplikasi Mikroprosesor Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Tesis ini telah diujikan pada sidang ujian tesis pada tanggal 2 Januari 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai tesis pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia.



Depok, Januari 2008

Dosen Pembimbing

Prof. Dr-Ing. Ir. Harry Sudibyo S., DEA
NIP 130891668

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Prof. Dr-Ing. Ir. Harry Sudibyo S., DEA

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga tesis ini dapat selesai dengan baik.



Gede Indrawan
NPM 0606003410
Departemen Teknik Elektro

Dosen Pembimbing
Prof. Dr-Ing. Ir. Harry Sudibyo S., DEA

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI
KECERDASAN-BUATAN ROBOT PENCARI JALUR
BERBASIS MIKROKONTROLER BASIC STAMP**

ABSTRAK

Kecerdasan-buatan dalam bidang robotika adalah suatu algoritma (yang dipandang) cerdas yang diprogramkan ke dalam kontroler robot. Kecerdasan-buatan ini diperlukan robot untuk membantu manusia menjalankan suatu fungsi tertentu secara otomatis dan mandiri. Fungsi yang dilakukan oleh robot melalui kecerdasan-buatan dalam penelitian ini adalah melakukan pencarian jalur sekaligus pemetaan dari satu tempat awal menuju tempat tujuan dalam suatu lingkungan terkontrol berupa labirin.

Perancangan robot di mana kecerdasan-buatan itu akan diberikan meliputi dua aspek, yaitu 1) prototipe robot itu sendiri, dan 2) lingkungan di mana prototipe robot itu akan beroperasi, sedangkan implementasi mengikuti dua aspek rancangan tersebut. Untuk implementasi prototipe robot meliputi tiga aspek, yaitu implementasi 1) masukan (sensor untuk menerima informasi dari lingkungan), 2) pemrosesan (prosesor dan pendukungnya untuk mengolah informasi dari masukan), dan 3) keluaran (motor penggerak robot).

Kecerdasan-buatan diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman PBASIC dengan target mikrokontroler BASIC Stamp BS2px. Pemrograman *multi-bank* digunakan pada target mikrokontroler ini untuk memanfaatkan kapasitas penyimpanan kode program di EEPROM sebanyak 16 KB, yang terdiri atas delapan *bank* memori masing-masing dengan kapasitas 2 KB. Kode program mendukung fungsi robot pencari jalur di lingkungan labirin dengan menggunakan algoritma *Flood-Fill* dan algoritma *modified Flood-Fill* sebagai algoritma utama. Fleksibilitas dan skalabilitas menjadi konsep kecerdasan-buatan robot untuk mengakomodasi fitur tambahan dan mengantisipasi lingkungan yang lebih kompleks.

Kata kunci: Kecerdasan Buatan, Robot, Mikrokontroler, Basic Stamp, Algoritma *Flood-Fill*, Algoritma *Modified Flood-Fill*

Gede Indrawan
NPM 0606003410
Electrical Engineering Departement

Counsellor
Prof. Dr-Ing. Ir. Harry Sudibyo S., DEA

**DESIGN AND IMPLEMENTATION
ARTIFICIAL INTELLIGENCE OF PATH SEARCHING ROBOT
BASED ON MICROCONTROLLER BASIC STAMP**

ABSTRACT

Artificial intelligence in robotics, as a smart algorithm programmed into the robot, is needed by the robot to help human to do some work automatically and in autonomous way. In this research, the implanted artificial intelligence is designed for path searching, included in mapping activity, from starting point at corner to destination point at center, in controlled environment like maze. General speaking, this research want to contribute in knowledge development under robotics domain of autonomous position-sensing and navigation.

Robot design for this artificial intelligence consists of two aspects, i.e. robot prototype itself, and maze environment where path-searching robot will run. Implementation of robot involves three aspects, i.e. input (sensor to capture information from the environment), process (processor and its supporting system as robot brain for data processing), and output (as result of data processing, it can be signal for controlling the motor, etc).

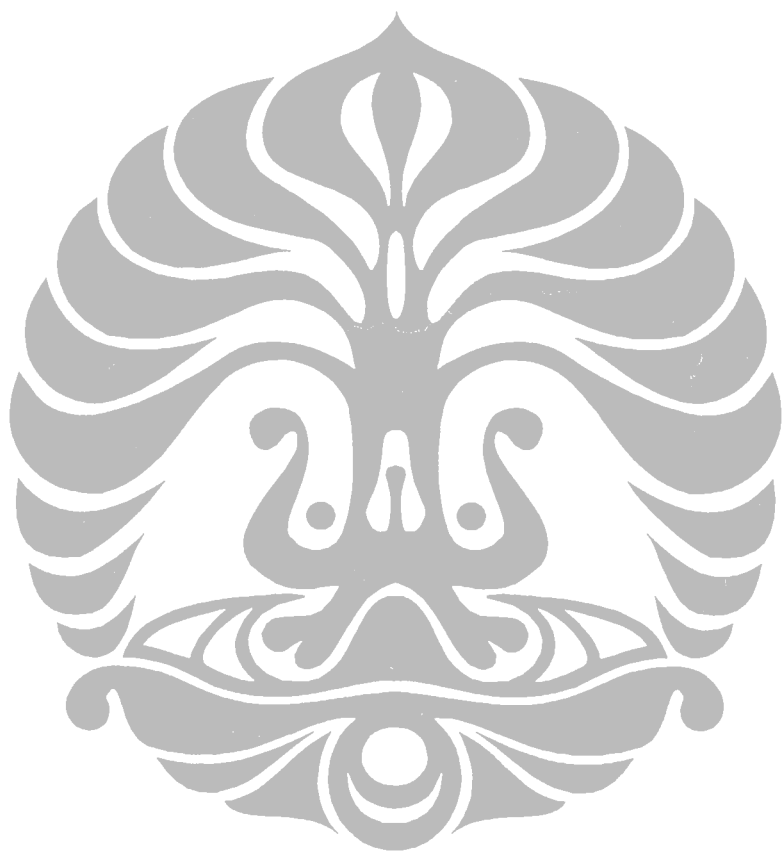
The artificial intelligence in this research is implemented using PBASIC programming language, with BASIC Stamp BS2px from Parallax as targeted microcontroller. Multi bank programming style is used to utilize 16 KB internal EEPROM resource, comprise of eight memory bank with 2 KB capacity respectively, to save program code. This code supports robot function for path searching in maze, by using Flood-Fill algorithm and modified Flood-Fill algorithm as main algorithms. Flexibility and scalability are two concepts of this artificial intelligence to accommodate features addition and to anticipate more complex maze environment.

Keywords: Artificial Intelligence, robot, autonomous position-sensing and navigation, microcontroller, PBASIC, Basic Stamp, multi bank programming, Flood-Fill algorithm, modified Flood-Fill algorithm

DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG	2
1.2 RUMUSAN MASALAH	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	2
1.4 BATASAN MASALAH	2
1.5 METODOLOGI PENELITIAN	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II KECERDASAN-BUATAN ROBOT PENCARI JALUR	5
2.1 KECERDASAN-BUATAN ROBOT	4
2.2 PERKEMBANGAN ROBOT	6
2.2 MIKROKONTROLER BASIC STAMP	8
2.3 ALGORITMA PENCARI JALUR	13
2.3.1 Algoritma <i>Wall Following</i>	13
2.3.2 Algoritma <i>Depth Search</i>	14
2.3.3 Algoritma <i>Flood-Fill</i>	14
2.3.3 Algoritma <i>Modified Flood-Fill</i>	14
BAB III PERANCANGAN KECERDASAN-BUATAN ROBOT PENCARI JALUR	15
3.1 PERANGKAT KERAS	17
3.1.1 Sub Sistem Masukan	17
3.1.2 Sub Sistem Proses	19
3.1.3 Sub Sistem Ouput	20
3.2 PERANGKAT LUNAK	22
3.2.1 Algoritma <i>Flood-Fill</i>	22
3.2.2 Algoritma <i>Modified Flood-Fill</i>	28
BAB IV IMPLEMENTASI KECERDASAN-BUATAN ROBOT PENCARI JALUR	35
4.1 IMPLEMENTASI UMUM	39
4.2 PEMROSESAN INISIALISASI DAN MASUKAN	41
4.3 PEMROSESAN INFORMASI DINDING CELL	46
4.4 PEMROSESAN INFORMASI JARAK CELL	47
4.5 PEMROSESAN STATUS KUNJUNGAN CELL	50
4.6 PEMROSESAN TUJUAN	51
4.7 PEMROSESAN MANUVER MOTOR	52
4.8 PEMROSESAN DISPLAY	52

BAB V	KESIMPULAN	53
	DAFTAR ACUAN	54
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN	56



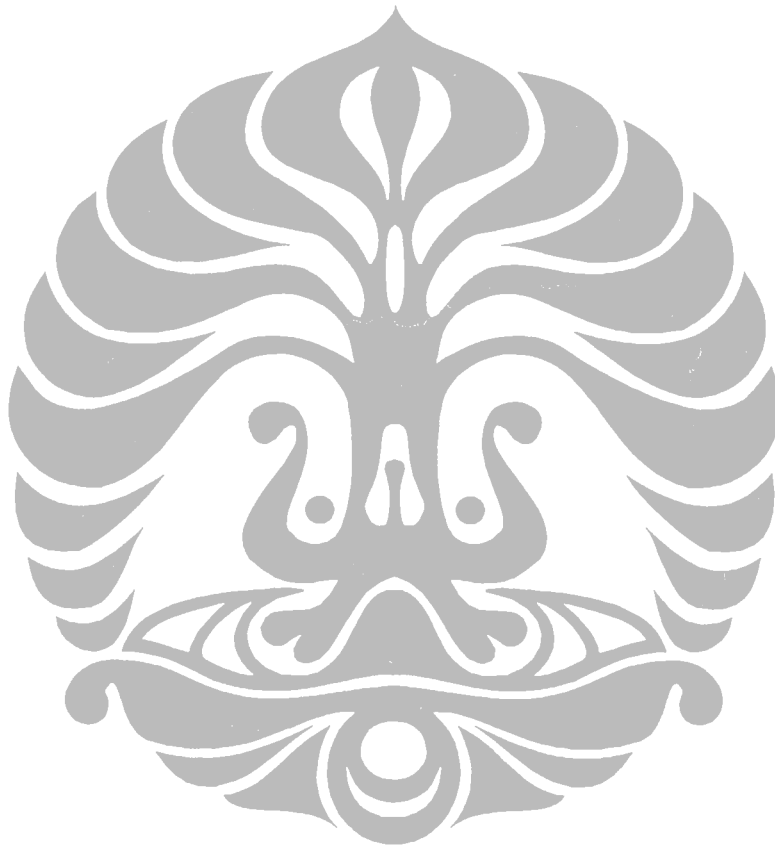
DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.1	Salah Satu Varian Tahapan SDLC Untuk Pengembangan Sistem	3
Gambar 2.1	Kontrol robot loop tertutup berbasis AI	4
Gambar 2.2a	Robot Pencari Jalur	6
Gambar 2.2b	Robot Bedah	6
Gambar 2.2c	Robot <i>Vacuum Cleaner</i>	7
Gambar 2.2d	Nanocar dari Molekul Tunggal	7
Gambar 2.3	Modul Internal BASIC Stamp	9
Gambar 2.4	<i>Pinout</i> BASIC Stamp	9
Gambar 2.5	Lingkungan Pengembangan BASIC Stamp	11
Gambar 2.6	Koneksi <i>Download</i> Program dari PC ke BASIC Stamp	11
Gambar 2.7	<i>Editor</i> Program BASIC Stamp	12
Gambar 2.8	Algoritma dan Diagram Alir <i>Wall Follower</i>	13
Gambar 2.9	Lingkungan Labirin di mana Algoritma <i>Wall Following</i> Tidak Bekerja	14
Gambar 3.1	Lingkungan Robot Pencari Jalur	15
Gambar 3.2	Lingkungan Labirin <i>25 Cell</i>	15
Gambar 3.3a	Diagram Blok Sistem	16
Gambar 3.3b	Diagram Blok Masukan	16
Gambar 3.3c	Diagram Blok Proses	16
Gambar 3.3d	Diagram Blok Keluaran	16
Gambar 3.4	Robot dengan Sensor <i>Proximity</i>	18
Gambar 3.5a	IR LED Sensor <i>Proximity</i>	18
Gambar 3.5b	Phototransistor Sensor <i>Proximity</i>	18
Gambar 3.5c	Sensor <i>Proximity</i> (Satu Kemasan)	18
Gambar 3.6	Sensor <i>Proximity</i> Berbasis QRD1114	18
Gambar 3.7	<i>Board of Education</i> (BOE) Rev. C <i>Carrier Board</i> untuk Modul Mikrokontroler BASIC Stamp	19
Gambar 3.8	<i>Continuous Rotation Servo</i>	20
Gambar 3.9	Koneksi <i>Board of Education</i> dan <i>Servo</i>	20
Gambar 3.10	<i>Pinout Servo</i> (+5 V, ground, dan signal)	21
Gambar 3.11	Kode Program Pengontrol <i>Servo</i>	21
Gambar 3.12	Pergerakan Awal Robot dalam Algoritma <i>Flood-Fill</i>	22
Gambar 3.13	Algoritma dan Diagram Alir Menentukan <i>Cell</i> dengan Nilai Jarak Terendah	23
Gambar 3.14	<i>Byte</i> Merepresentasi Status Dinding <i>Cell</i>	23
Gambar 3.15	Algoritma dan Diagram Alir <i>Updating</i> Peta Dinding	23
Gambar 3.16	Penemuan Dinding Labirin dalam Algoritma <i>Flood-Fill</i>	25
Gambar 3.17	Simulasi Algoritma <i>Flood-Fill</i>	26

Gambar 3.18	Algoritma dan Diagram Alir Flood Labirin dengan Nilai Jarak Baru	27
Gambar 3.19	Pergerakan Awal Robot dalam Algoritma <i>Modified Flood-Fill</i>	28
Gambar 3.20	Penemuan Dinding Labirin dalam Algoritma <i>Modified Flood-Fill</i>	29
Gambar 3.21	<i>Updating</i> Nilai Jarak <i>Cell</i> dalam Algoritma <i>Modified Flood-Fill</i>	29
Gambar 3.22	Algoritma dan Diagram Alir <i>Update</i> Nilai Jarak (<i>Modified Flood-Fill</i>)	30
Gambar 3.23	Simulasi Algoritma <i>Modified Flood-Fill</i>	33
Gambar 3.24	Inisialisasi Awal Peta Labirin Pada Program PBASIC	34
Gambar 4.1	Implementasi Rancangan Data Kecerdasan-Buatan Robot Pencari Jalur	35
Gambar 4.2	Flowchart Sederhana dan Pemakaian Resources EEPROM Kecerdasan-Buatan Robot Pencari Jalur	39
Gambar 4.3	Flowchart Detail Kecerdasan-Buatan Robot Pencari Jalur	40
Gambar 4.4	Diagram Alir Proses Inisialisasi Kecerdasan-Buatan	41
Gambar 4.5	Kode Inisiasi Peta Awal Labirin	42
Gambar 4.6	Kode Kalibrasi Sensor Pada Pencahayaan Tertentu	43
Gambar 4.7	Diagram Alir Mekanisme Kerja Sensor	44
Gambar 4.8	Sensor Proximity dari Robot Pencari Jalur	45
Gambar 4.9	Pemrosesan Informasi Dinding Cell	46
Gambar 4.10	Pemrosesan Informasi Jarak Cell Berbasis Stack	47
Gambar 4.11	Kode Kecerdasan-Buatan untuk Push dan Pull	47
Gambar 4.12	Simulasi Pemrosesan Informasi Jarak Cell Berbasis Stack	49
Gambar 4.13	Pemrosesan Status Kunjungan Cell Berbasis Stack	50
Gambar 4.14	Pemrosesan Tujuan	51
Gambar 4.15	Pemrosesan Keluaran	52
Gambar 4.16	Display Parameter Internal Proses ke PC	52

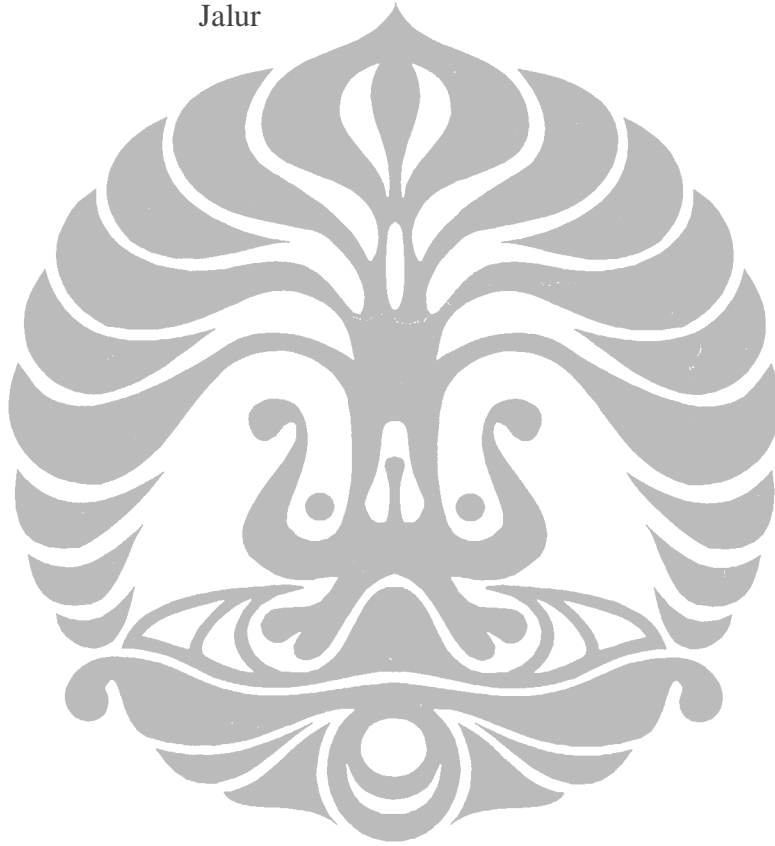
DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	<i>Resource I/O</i> pada Basic Stamp	10
Tabel 4.1	Alokasi Alamat Memori Data Cell	37
Tabel 4.2	Bit-Bit Kontrol di RAM	37
Tabel 4.3	Pemakaian Pin Robot Pencari Jalur	44



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Keluarga Mikrokontroler Basic Stamp	57
Lampiran 2 Foto-Foto Robot Pencari Jalur	58
Lampiran 3 Paper pada “The 10 th Quality In Research (QIR) International Conference”, University of Indonesia, December 4-6, 2007	60
Lampiran 4 Kode Program Kecerdasan-Buatan Robot Pencari Jalur	66



DAFTAR SINGKATAN

b	<i>bit</i>
B	<i>Byte</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
EEPROM	<i>Electrical Erase Programmable Read Only Memory</i>
IO	<i>Input Output</i>
IR	<i>Infra Red</i>
K	<i>Kilo</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
ROM	<i>Read Only Memory</i>
SPRAM	<i>Scratchpad Random Access Memory</i>
V	<i>Volt</i>

